

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
14. März 2002 (14.03.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/20314 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: B60R 21/01

[DE/DE]; Am Eichelbaum 7, 85077 Manching (DE).  
GROSSHAUSER, Frank [DE/DE]; Riederhüttenweg 18,  
86529 Schrobenhausen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/10150

(22) Internationales Anmeldedatum:  
4. September 2001 (04.09.2001)

(74) Anwälte: LE VRANG, Klaus usw.; c/o Audi AG,  
Patentabteilung I/ET-3, 85045 Ingolstadt (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).

(30) Angaben zur Priorität:  
100 44 567.5 8. September 2000 (08.09.2000) DE

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): AUDI AG [DE/DE]; 85045 Ingolstadt (DE).

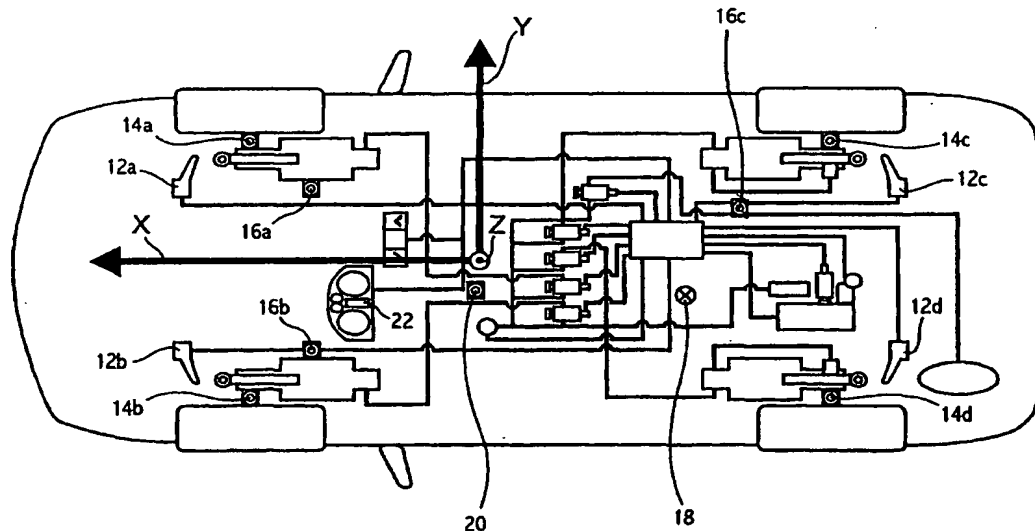
Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): OBST, Bertram

(54) Title: SAFETY SYSTEM FOR A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: SICHERHEITSSYSTEM FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG



(57) Abstract: The invention relates to a safety system for a motor vehicle with a number of sensors, each of which generates a sensor signal, comprising at least one acceleration sensor (14a to 14d; 16a to 16d), a processing device (42 to 58) for processing the number of sensor signals, a control device for controlling at least one safety device, when the processing device (42 to 58) delivers a trigger signal which is correlated with a situation in which at least the danger of rolling exists for the vehicle, whereby the number of sensors includes at least one displacement sensor (12a to 12d). Said at least one displacement sensor may generate a signal which is correlated with the separation between a wheel of the vehicle and the chassis of the vehicle. The invention further relates to a corresponding method for operating a safety system in a motor vehicle.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 02/20314 A1



---

**(57) Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Sicherheitssystem für ein Kraftfahrzeug mit einer Vielzahl von Sensoren, die jeweils ein Sensorsignal bereitstellen, umfassend mindestens einen Beschleunigungssensor (14a bis 14d; 16a bis 16d), einer Verarbeitungsvorrichtung (42 bis 58) zum Verarbeiten der Vielzahl von Sensorsignalen, einer Steuervorrichtung zum Ansteuern mindestens einer Sicherheitsvorrichtung, wenn die Verarbeitungsvorrichtung (42 bis 58) ein Auslösesignal liefert, das mit einer Situation korreliert ist, in der für das Kraftfahrzeug zumindest die Gefahr eines Überrollvorgangs besteht, wobei die Vielzahl von Sensoren mindestens einen Wegsensor (12a bis 12d) umfaßt, wobei mit dem mindestens einen Wegsensor ein Sensorsignal bereitstellbar ist, das mit der Entfernung zwischen einem Rad des Kraftfahrzeugs und der Karosserie des Kraftfahrzeugs korreliert ist. Sie betrifft überdies ein entsprechendes Verfahren zum Betreiben eines Sicherheitssystems in einem Kraftfahrzeug.

## **Sicherheitssystem für ein Kraftfahrzeug**

Die Erfindung betrifft ein Sicherheitssystem für ein Kraftfahrzeug mit einer Vielzahl von Sensoren, die jeweils ein Sensorsignal bereitstellen, umfassend mindestens einen Beschleunigungssensor, einer Verarbeitungsvorrichtung zum Verarbeiten der Vielzahl von Sensorsignalen, einer Steuervorrichtung zum Ansteuern mindestens einer Sicherheitsvorrichtung, wenn die Verarbeitungsvorrichtung ein Auslösesignal liefert, das mit einer Situation korreliert ist, in der für das Kraftfahrzeug zumindest die Gefahr eines Überrollvorgangs besteht. Sie betrifft weiterhin ein Verfahren zum Betreiben eines Sicherheitssystems in einem Kraftfahrzeug, bei dem in einem ersten Schritt eine Vielzahl von Sensorsignalen erzeugt wird, wobei mindestens eines der Sensorsignale von einem Beschleunigungssensor stammt, die Vielzahl von Sensorsignalen in einer Verarbeitungsvorrichtung verarbeitet werden, wobei ein Auslösesignal an eine Steuervorrichtung erzeugt wird, wenn sich aufgrund der Sensorsignale ergibt, daß sich das Kraftfahrzeug in einer Situation befindet, in der zumindest die Gefahr eines Überrollvorgangs besteht, und mindestens eine Sicherheitsvorrichtung durch die Steuervorrichtung angesteuert wird, nachdem sie ein Auslösesignal von der Verarbeitungsvorrichtung empfangen hat.

Ein derartiges Sicherheitssystem ist bekannt aus der EP 0 430 813. Diese Druckschrift beschreibt ein Sicherheitssystem, das drei Beschleunigungssensoren für die Aufnahme einer Beschleunigung in x-, in y- und in z-Richtung umfaßt. Zur Definition der Richtungen siehe Fig. 1, gemäß der die positive x-Richtung für ein Fahrzeug nach vorne, die positive y-Richtung nach rechts und die positive z-Richtung nach oben definiert sind. Gemäß dieser Druckschrift wird kontinuierlich das Verhältnis zweier Beschleunigungen in unterschiedlicher Richtung gebildet und bei Überschreiten einer vorbe-

stimmten Schwelle eine Integration zur Bestimmung der Winkelgeschwindigkeiten gestartet. Eine Ansteuerung einer Sicherheitsvorrichtung erfolgt, wenn eine der auf diese Weise ermittelten Winkelgeschwindigkeiten einen vorbestimmten Wert überschreitet oder wenn das gewichtete geometrische Mittel aus den Beschleunigungen in jeweils zwei Richtungen einen vorbestimmten Wert überschreitet.

Weiterhin ist aus der DE 198 28 338 ein Verfahren zum Ermitteln einer zu einem Überrollvorgang führenden kritischen Winkellage eines Fahrzeugs bekannt, bei dem es darum geht, den Offset eines Drehratensensors dadurch zu unterdrücken, daß eine bestimmte Drehrate nur dann integriert wird, wenn die Drehrate innerhalb eines gewissen Bereichs liegt.

Die DE 196 09 717 beschreibt eine Anordnung zum Erkennen von Überrollvorgängen bei Fahrzeugen, bei der in einem Fahrzeug mittels Drehratensensoren die Winkelgeschwindigkeiten des Fahrzeugs um die Gierachse, die Wankachse und die Nickachse gemessen werden. Ein Überrollvorgang wird dann als erkannt signalisiert, wenn eine Winkelgeschwindigkeit einen vorgebbaren Grenzwert überschreitet.

Die DE 198 14 154 beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Auslösung eines Insassenschutzsystems bei Kraftfahrzeugüberschlag, das mit einem die Geschwindigkeit einer Fahrzeugverkipfung erfassenden Drehratensensor und einem mechanischen Neigungsschalter ausgestattet ist, wobei jedoch eine Auslösung des Insassenschutzsystems gesperrt wird, wenn eine Rückklippbewegung erfaßt wird.

Den im Stand der Technik beschriebenen Sicherheitssystemen ist gemein, daß die gesamte Installation derartiger Sicherheitssysteme mit einem erheblichen Aufwand für Material und Einbau verbunden ist.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, ein Sicherheitssystem für ein Kraftfahrzeug der eingangs genannten Art sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Sicherheitssystems in einem Kraftfahrzeug der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, daß sich eine Reduktion in den Kosten für Material und Einbau erzielen läßt.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Sicherheitssystem mit den Merkmalen von Patentanspruch 1 und ein Verfahren zum Betreiben eines Sicherheitssystems mit den Merkmalen von Patentanspruch 9.

Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, Sensoren zu verwenden, die in einem Kraftfahrzeug ohnehin vorhanden sind, als Bestandteile einer anderen Vorrichtung des Kraftfahrzeugs, beispielsweise einer Fahrwerksregelung oder eines Fahrstabilitätssystems. Im Rahmen derartiger Systeme werden beispielsweise Wegsensoren eingesetzt, um insbesondere im Zusammenspiel mit Luftfederungssystemen zu ermitteln, wie weit ein Rad ein- bzw. ausgefedert ist, um durch geeignete Ansteuerung des Luftfedersystems eine für die jeweilige Situation optimale Dämpfereinstellung zu erzielen. Wie weiter unten detailliert ausgeführt werden wird, sind Signale derartiger Wegsensoren, mit oder ohne zusätzliche Verarbeitungsschritte, hervorragend geeignet, in einem gattungsgemäßen Sicherheitssystem eingesetzt zu werden. Wenngleich derartige Wegsensoren, wie sie beispielsweise in Luftfederungssystemen eingesetzt werden, häufig zur Regelung des Abstands zwischen einem Rad und der Fahrzeugkarosserie nach vorgegebenen Algorithmen verwendet werden, so lassen sich damit dennoch Signale bereitstellen – gegebenenfalls durch rechnerische Eliminierung der Regelung –, die mit der Entfernung zwischen einem zugehörigen Rad des Kraftfahrzeugs und der Karosserie des Kraftfahrzeugs korreliert sind.

Bei Verwendung der Signale von bereits vorhandenen Sensoren brauchen die entsprechenden Signale lediglich einer entsprechenden Einheit, beispielsweise einem Mikroprozessor des Sicherheitssystems zugeführt werden, um dort in geeigneter Weise weiterverarbeitet zu werden. Die Installation und Verkabelung zusätzlicher Sensoren, die ausschließlich dem Sicherheitssystem dienen würden, kann entfallen. Wie sich gezeigt hat, sind insbesondere die Signale von Wegsensoren geeignet, zu einem besonders sicheren und zuverlässigen Sicherheitssystem beizutragen.

Durch geeignete Aufbereitung der Signale der Wegsensoren läßt sich daher eine äußerst zuverlässige Auslösung von Sicherheitsvorrichtungen, wie Gurtstraffer, Airbags, Überrollbügel (bei Cabrios) sowie eine Abschaltung der Kraftstoffzufuhr, erzielen. Insbesondere im Hinblick darauf, daß derartige Schutzsysteme in der Regel nur zum einmaligen Einsatz vorgesehen sind, ist es äußerst wichtig, daß eine sichere Auslösung bei Gefahr eines Überroll-

vorgangs erfolgt, jedoch auch eine sichere Nichtauslösung im Normalbetrieb selbst unter extremen Verhältnissen.

Durch die Verwendung von mindestens einem Wegsensor läßt sich insbesondere eine stabile Fahrsituation, wie sie beispielsweise bei einer Steilbahneinfahrt auftritt, eindeutig erkennen, obwohl in diesem Fall gleichzeitig eine erhebliche Drehung des Fahrzeugs stattfindet (die Räder sind eingefedert). Einseitige Be- oder Entlastungen können eindeutig erfaßt werden. Beispielsweise läßt sich beim sogenannten AMS-Test, bei dem das Kraftfahrzeug einseitig auf eine Rampe auffährt, die Auflösung entscheidend verbessern. Bei dem aus der EP 0 430 813 bekannten Verfahren muß der Verlust des Bodenkontakts über die Vertikalbeschleunigung detektiert werden. Aufgrund der benötigten Filter, siehe unten, ist das Signal jedoch zeitverzögert. Außerdem müssen die entsprechenden Schwellen für die Schwerelosigkeit für die Schwerelosigkeitserkennung deutlich über Null gelegt werden. Dies erschwert die Diskriminierung von harmlosen kurzen Sprüngen und echten Überrollereignissen. Im Gegensatz hierzu zeigen die Wegsensoren, wie sie im erfindungsgemäßen Sicherheitssystem verwendet werden, den Verlust des Bodenkontakts unmittelbar an und können damit insbesondere in Kombination mit den Signalen von Beschleunigungsaufnehmern in z-Richtung die Diskriminierung derartiger Ereignisse deutlich verbessern.

Mit dem erfindungsgemäßen Sicherheitssystem besteht insbesondere auch die Möglichkeit, Überschläge mit Drehung um die Fahrzeug-x-Achse als auch Überschläge um die Fahrzeug-y-Achse zu detektieren.

Ein besonders zuverlässig arbeitendes Sicherheitssystem ergibt sich, wenn das erfindungsgemäße Sicherheitssystem mindesten drei Beschleunigungssensoren aufweist, wobei die mindestens drei Beschleunigungssensoren ortsfest mit der Karosserie verbunden sind und zur Detektion einer Beschleunigung in z-Richtung des Fahrzeugs ausgelegt sind, wobei entweder ein Beschleunigungssensor vorne rechts, ein Beschleunigungssensor vorne links, ein Beschleunigungssensor hinten im Kraftfahrzeug oder ein Beschleunigungssensor hinten rechts, ein Beschleunigungssensor hinten links und ein Beschleunigungssensor vorne im Kraftfahrzeug angeordnet ist. Durch geeignete Verarbeitung der Sensorsignale dieser Beschleunigungssensoren lassen sich Größen ermitteln, aus denen sich die Gefahr eines Überrollens ableiten läßt: So kann beispielsweise durch Bildung der Differenz eines linken und eines rechten Beschleunigungssensors in z-Richtung und

einmalige Integration die Drehrate in x-Richtung ermittelt werden, durch weitere Integration der Drehwinkel um die x-Achse. Die Beschleunigungssensoren in z-Richtung geben überdies Aufschluß darüber, ob sich das Fahrzeug gerade in freiem Fall befindet. Besonders vorteilhaft können diese Größen weiterhin verknüpft werden mit dem Sensorsignal eines Beschleunigungssensors in y-Richtung, siehe unten.

Das erfindungsgemäße Sicherheitssystem umfaßt gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform mindestens drei Wegsensoren zur Ermittlung der Entfernung zwischen Rad und Karosserie für mindestens drei Räder des Kraftfahrzeugs. Die Ursache hierfür liegt in der Erkenntnis, daß sich durch die Sensorsignale von mindestens drei Wegsensoren eine Ebene bestimmen läßt und deshalb erkannt werden kann, ob sich und gegebenenfalls wie weit sich das Kraftfahrzeug aus einer Position mit völlig ebenem Untergrund bewegt hat.

In der Verarbeitungseinheit können die Sensorsignale mit oder ohne vorherige Verknüpfung miteinander zur Bereitstellung mindestens eines potentiellen Auslösesignals verarbeitbar sein, wobei das mindestens eine potentielle Auslösesignal gegen ein zugehöriges Schwellensignal vergleichbar ist, und, wenn ein Überschreiten des zugehörigen Schwellensignals feststellbar ist, ein Auslösesignal an die Steuervorrichtung erzeugbar ist, wobei mindestens eines der Schwellensignale im Hinblick auf mindestens ein Sensorsignal modifizierbar ist. Diese Maßnahme ermöglicht, die Schwellen für das Auslösen und Ansteuern einer Sicherheitseinrichtung in normalem Fahrzustand zunächst relativ hoch zu legen. Damit wird eine Fehlauslösung bei Schlechtwegstrecken sowie extremer Fahrweise verhindert. Andererseits wird eine schnelle und zuverlässige Auslösung durch niedrige Schwellen ermöglicht, wenn dem Überrollvorgang ein ungewöhnliches Ereignis vorausgeht, beispielsweise eine schnelle vertikale Drehung oder eine extrem einseitige Einfederung. Besonders bevorzugt werden die Schwellensignale im Hinblick auf mindestens ein Signal modifiziert, das mit einem Sensorsignal mindestens eines der Wegsensoren korreliert ist.

Insbesondere kommen als modifizierbare Schwellensignale das Schwellensignal für eine Lateralbeschleunigung und/oder einen statischen Kippwinkel und/oder eine Beschleunigung in negative z-Richtung und/oder eine Drehgeschwindigkeit in negative z-Richtung und/oder eine Drehgeschwindigkeit um die z-Achse und/oder eine Winkeländerung um die z-Achse in Betracht.

Das von mit dem mindestens einem Wegsensor bereitstellbare Sensorsignal kann einem absoluten Entfernungswert zwischen Rad des Kraftfahrzeugs und der Karosserie des Kraftfahrzeugs entsprechen und/oder einem relativen Entfernungswert zwischen einem Rad des Kraftfahrzeugs und der Karosserie des Kraftfahrzeugs bezogen auf einen vorgebbaren Entfernungswert und/oder der ersten und/oder der zweiten Ableitung der Änderung der Entfernung nach der Zeit.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betreiben eines Sicherheitssystems zeichnet sich eine besonders bevorzugte Variante dadurch aus, daß ein Sensorsignal mindestens eines Wegsensors zur Durchführung einer Selbstüberprüfung mit einem anderen im Kraftfahrzeug vorliegenden gleichgearteten Signal verglichen wird, wobei entweder das Sensorsignal durch Verarbeitung, insbesondere ein- oder zweifache Differentiation nach der Zeit für den Vergleich aufbereitet wird und/oder das gleichgeartete Signal durch Verarbeitung, insbesondere ein- oder zweifache Integration über der Zeit, für den Vergleich aufbereitet wird. Dieser Variante liegt die Idee zugrunde, daß sich durch geeignete Verarbeitung von Sensorsignalen eine Redundanz ergibt, die dazu genutzt werden kann, daß derartige Signale, obwohl mit unterschiedlichen Meßprinzipien erfasst, miteinander verglichen werden können. Beispielsweise kann der Verlust des Bodenkontakts eines Kraftfahrzeugs sowohl über Wegsensoren als auch über z-Beschleunigungssensoren festgestellt werden. Hiermit läßt sich einerseits eine größere Auslösesicherheit erreichen, beispielsweise kann eine Auslösung einer Sicherheitseinrichtung nur dann freigegeben werden, wenn beide Signale eine vorgegebene Schwelle überschritten haben. Andererseits kann diese Redundanz auch in vorbestimmten zeitlichen Abständen zu einem wiederholten Selbsttest während der Fahrt herangezogen werden, wodurch sich in einfacher Weise eine Fehlfunktion eines Sensors feststellen läßt.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Im Nachfolgenden wird ein Ausführungsbeispiel anhand der beigefügten Zeichnungen dargestellt.

Es zeigen:

- Fig.1 eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs zur Definition von x-, y- und z-Richtung;
- Fig. 2 in schematischer Darstellung eine teilweise geschnittene Darstellung eines Kraftfahrzeugs in Draufsicht mit darin angeordneten Wegsensoren, radfesten Beschleunigungssensoren in z-Richtung und karosseriefesten Beschleunigungssensoren in z-Richtung;
- Fig. 3 in Signalflußdiagrammdarstellung den Ablauf von der Aufnahme der Sensorsignale bis zur Ansteuerung einer Sicherheitseinrichtung;
- Fig. 4 in schematischer Darstellung die Verarbeitung der Sensorsignale von drei Beschleunigungssensoren in z-Richtung und einem Beschleunigungssensor in y-Richtung;
- Fig. 5 in schematischer Darstellung die Anpassung der Schwellensignale in Abhängigkeit der Sensorsignale von vier Wegsensoren und einem Drehratensensor; und
- Fig. 6 die Erzeugung eines Auslösesignals an die Steuereinrichtung in Abhängigkeit von fünf potentiellen Auslösesignalen, die mit dem jeweils zugehörigen Schwellensignal verglichen werden.

Fig. 1 zeigt zunächst, wie erwähnt, in schematischer Darstellung ein Kraftfahrzeug zur Definition der x-, y- und z-Richtung. Im folgenden werden Beschleunigungsaufnehmer in Richtung "A" kurz als "A"-Beschleunigungsaufnehmer bezeichnet. Fig. 2 zeigt in teilweise geschnittener Darstellung einen Querschnitt durch ein Kraftfahrzeug. Wie mit Bezug auf die in Fig. 2 ebenfalls dargestellte Legende hervorgeht, sind in dem Fahrzeug vorne links, vorne rechts, hinten links, hinten rechts jeweils ein Wegsensor 12a bis 12d angeordnet mit dem jeweils ein Sensorsignal erzeugt werden kann, das mit der Entfernung zwischen dem jeweiligen Rad des Kraftfahrzeugs und der Karosserie des Kraftfahrzeugs korreliert ist. Korrelation bedeutet in diesem Zusammenhang, daß es sich um den absoluten Entfernungswert zwischen einem Rad des Kraftfahrzeugs und der Karosserie des Kraftfahrzeugs handeln kann und/oder einen relativen Entfernungswert zwischen Rad und Karosserie, jedoch auch die Möglichkeit, daß es sich um die erste und/oder zweite Ableitung einer Änderung der Entfernung nach der Zeit handeln kann. Die erste Ableitung nach der Zeit würde demnach der Geschwindigkeit entspre-

chen, mit der sich der Abstand zwischen Rad und Karosserie ändert, während die zweite Ableitung der Änderung der Geschwindigkeit, d.h. der Beschleunigung des Rads in Richtung auf die Karosserie zu oder von ihr weg bedeuten würde.

In dem Fahrzeug sind weiterhin ebenfalls vorne rechts, vorne links, hinten rechts, hinten links vier radfeste z-Beschleunigungssensoren 14a bis 14d angeordnet, wobei unter radfest hierbei zu verstehen ist, daß die Sensoren fest mit dem Rad verbunden sind, d.h. die Bewegungen des jeweiligen Rads ungefedert mitmachen.

Das Fahrzeug umfaßt weiterhin drei karosseriefeste z-Beschleunigungssensoren 16a bis 16c, die quasi die entsprechenden Bewegungen gefedert durch ein entsprechendes Dämpfungssystem detektieren und vorne rechts, vorne links und hinten in der Karosserie angeordnet sind. Alternativ könnten die karosseriefesten z-Beschleunigungssensoren zur Definition einer Ebene auch hinten rechts, hinten links und vorne im Fahrzeug angeordnet sein. Das Sicherheitssystem verwendet weiterhin das Sensorsignal eines y-Beschleunigungssensors 18, eines z-Drehratensensors 20, d.h. eines Sensors zur Detektion einer Drehung um die z-Achse des Kraftfahrzeugs sowie eines x-Geschwindigkeitssensors 22.

Die in Zusammenhang mit Fig. 2 beschriebenen Sensoren sind überwiegend, insbesondere jedoch die Wegsensoren, Teil der Fahrwerksregelung und/oder des Fahrstabilitätssystems des Kraftfahrzeugs. Sie könnten auch Teil der Airbagsteuerung oder weiterer Einrichtungen des Kraftfahrzeugs sein. Sie sind nicht explizit für ein Sicherheitssystem zur Detektion von Überrollvorgängen in dem Kraftfahrzeug installiert, jedoch werden die ohnehin in dem Fahrzeug vorhandenen Signale der Sensoren für ein derartiges System verwendet.

Fig. 3 zeigt in Blockschaltdarstellung ein Signalfußdiagramm, aus dem der Ablauf von der Aufnahme der Sensorsignale bis zur Ansteuerung einer Sicherheitseinrichtung hervorgeht.

In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die erwähnten Sensoren der Übersichtlichkeit halber mit der zugehörigen Detektionsrichtung und der Position, an der sie im Kraftfahrzeug angeordnet sind, aufgeführt.

Sensorart	Richtung	Position
Beschleunigung	Z	Vorne, links, karosseriefest
Beschleunigung	Z	Vorne, rechts, karosseriefest
Beschleunigung	Z	Hinten, karosseriefest
Beschleunigung	Y	Zentral
Beschleunigung	Z	Vorne, links, radfest
Beschleunigung	Z	Vorne rechts, radfest
Beschleunigung	Z	Hinten, links, radfest
Beschleunigung	Z	Hinten, rechts, radfest
Weg	Z	Vorne, links
Weg	Z	Vorne, rechts
Weg	Z	Hinten, links
Weg	Z	Hinten, rechts
Drehrate	Z	Zentral
Geschwindigkeit	X	Zentral

**Tabelle 1**

In Fig. 3 ist der Ablauf zwischen der Bereitstellung der Sensorsignale und der Ansteuerung einer Sicherheitseinrichtung in Form eines Signalfußgraphen dargestellt. Zunächst liefern in Schritt 30 die Sensoren Sensorsignale. Diese werden in Schritt 32 verarbeitet und aufbereitet. Details hierzu werden im Zusammenhang mit Fig. 4 beschrieben werden. Insbesondere werden aus von den Sensoren gelieferten Analogsignalen Digitalsignale erzeugt, wobei die Sensorsignale zunächst im Hinblick auf das Abtasttheorem einer Anti-Alias-Tiefpaßfilterung unterzogen werden, anschließend A/D-gewandelt werden und je nach verwendetem Sensor, d.h. je nach Nullpunktgenauigkeit des Sensors und den Anforderungen der nachfolgenden Algorithmen an die Nullpunktgenauigkeit, einer optionalen Hochpaßfilterung unterzogen werden.

In Schritt 34 findet eine Anpassung der Schwellensignale im Hinblick auf aktuelle Sensorsignale statt, Details hierzu werden im Zusammenhang mit Fig. 5 ausgeführt werden. Schritt 32 liefert potentielle Auslösesignale, die in Schritt 36 mit zugehörigen Schwellensignalen, gegebenenfalls nach Anpassung in Schritt 34, einem Vergleich zugeführt werden. In Schritt 38 wird ermittelt, ob das potentielle Auslösesignal über oder unter dem zugehörigen

Schwellensignal liegt. Details hierzu werden im Zusammenhang mit Fig. 6 erörtert werden.

Für den Fall, daß alle potentiellen Auslösesignale unterhalb des Schwellensignals liegen, geht die Abfolge zurück zu Schritt 30. Für den Fall, daß die Voraussetzungen gegeben sind, um eine Sicherheitseinrichtung auszulösen, d.h. mindestens ein Schwellensignal von einem zugehörigen potentiellen Auslösesignal überschritten wurde, wird in Schritt 40 ein Auslösesignal an eine Steuervorrichtung kreiert, die ihrerseits ein entsprechendes Ansteuersignal zum Auslösen mindestens einer Sicherheitseinrichtung im Schritt 42 bereitstellt.

Fig. 4 zeigt die Verarbeitung der von den Beschleunigungssensoren gelieferten Signale. Im Block 42 wird die Differenz gebildet zwischen der z-Beschleunigung vorne links und der z-Beschleunigung vorne rechts. Diese Differenz wird im Block 44 integriert zur Ermittlung der Drehrate um die x-Achse. Eine zweite Integration im Block 46 liefert den Winkel  $x$ , um den sich das Fahrzeug um die x-Achse gedreht hat. Die z-Beschleunigung vorne links, die z-Beschleunigung vorne rechts sowie die z-Beschleunigung hinten werden weiterhin nach Tiefpaßfilterung zur Eliminierung hochfrequenter Störungen, insbesondere zur Bildung eines Mittelwerts im Block 48 verarbeitet. Hieraus läßt sich feststellen, ob sich das Fahrzeug im freien Fall nach unten bewegt. Die y-Beschleunigung wird im Block 50 ebenfalls einer Tiefpaßfilterung zugeführt und dient zur Ermittlung einer Lateralbeschleunigung. Sie wird weiterhin im Block 52 zusammen mit einem Mittelwert aus den z-Beschleunigungen zur Berechnung eines Verhältnisses der z-Beschleunigung zur y-Beschleunigung verwendet, woraus sich der statische Kippwinkel des Kraftfahrzeugs ermitteln läßt.

Fig. 5 zeigt, daß die Signale der Wegsensoren vorne links, vorne rechts, hinten links, hinten rechts 12a bis 12d im Block 54 zur Anpassung der Schwellensignale für die Drehrate  $x$ , den Winkel  $x$ , den freien Fall, den statischen Kippwinkel sowie die Lateralbeschleunigung Verwendung finden. Neben den Signalen der Wegsensoren findet vorliegend außerdem auch die Drehrate  $z$  zur Anpassung der Schwellen Verwendung. Als Eingangssignale für die Anpassung der Schwellen können weiterhin die radfesten z-Beschleunigungsaufnehmer und das x-Geschwindigkeitssignal verwendet werden. Die Anpassung der Schwellen erfolgt dynamisch im Fahrbetrieb des Kraftfahrzeugs.

Fig. 6 zeigt den Vergleich der modifizierten Schwellensignale mit dem zugehörigen potentiellen Auslösesignal in jeweiligen Blöcken 56a bis 56e, wobei die jeweiligen Ausgangssignale vorliegend einem ODER-Gatter 58 zugeführt werden, das bei Vorliegen zumindest eines positiven Vergleichs, d.h. daß eines der Schwellensignale überschritten wird, ein Auslösesignal am Ausgang 60 an die Steuervorrichtung bereitstellt.

Bei dem erfindungsgemäßen Sicherheitssystem kann vorgesehen werden, daß das Signal eines Wegsensors aufbereitet wird, um mit dem Ausgangssignal eines anderen Sensors verglichen zu werden, bzw. umgekehrt, daß das Ausgangssignal eines anderen Sensors aufbereitet wird, um mit einem Ausgangssignal eines Wegsensors verglichen zu werden. Zur Aufbereitung kommen insbesondere ein- oder mehrfache Differentiation sowie ein- oder mehrfache Integration in Betracht. Hierdurch können redundante Signale erzeugt werden, die in ihrer Aussage übereinstimmen sollten. Durch Vergleich derartiger Signale in vorgegebenen Zeitschritten kann daher die Funktion der zugehörigen Sensoren überprüft werden. Bei Vorliegen eines negativen Vergleichs können entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden, beispielsweise ein Wamsignal an den Fahrzeugbenutzer ausgelöst werden. Es kann jedoch auch vorgesehen werden, zur Erhöhung der Zuverlässigkeit des Systems ein Auslösesignal an die Steuervorrichtung nur dann zu erzeugen, wenn beide sich entsprechenden, von unterschiedlichen Sensoren gelieferten potentiellen Auslösesignale über den entsprechenden Schwellensignalen liegen.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Sicherheitssystem für ein Kraftfahrzeug mit
  - einer Vielzahl von Sensoren, die jeweils ein Sensorsignal bereitstellen, umfassend mindestens einen Beschleunigungssensor (14a bis 14d; 16a bis 16d);
  - einer Verarbeitungsvorrichtung (42 bis 58) zum Verarbeiten der Vielzahl von Sensorsignalen;
  - einer Steuervorrichtung zum Ansteuern mindestens einer Sicherheitsvorrichtung, wenn die Verarbeitungsvorrichtung (42 bis 58) ein Auslösesignal liefert, das mit einer Situation korreliert ist, in der für das Kraftfahrzeug zumindest die Gefahr eines Überrollvorgangs besteht;dadurch gekennzeichnet,  
daß die Vielzahl von Sensoren mindestens einen Wegsensor (12a bis 12d) umfaßt, wobei mit dem mindestens einen Wegsensor ein Sensorsignal bereitstellbar ist, das mit der Entfernung zwischen einem Rad des Kraftfahrzeugs und der Karosserie des Kraftfahrzeugs korreliert ist.
2. Sicherheitssystem nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Sicherheitssystem mindestens drei Beschleunigungssensoren (16a bis 16c) aufweist, wobei die mindestens drei Beschleunigungssensoren ortsfest mit der Karosserie verbunden sind und zur Detektion einer Beschleunigung in Z-Richtung des Kraftfahrzeugs ausgelegt sind, wobei ein Beschleunigungssensor (16a) vorne rechts, ein Beschleunigungssensor (16b) vorne links und ein Beschleunigungssensor (16c)

hinten im Kraftfahrzeug oder ein Beschleunigungssensor hinten rechts, ein Beschleunigungssensor hinten links und ein Beschleunigungssensor vorne im Kraftfahrzeug angeordnet ist.

3. Sicherheitssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Sicherheitssystem mindestens drei Wegsensoren (12a bis 12d) umfaßt zur Ermittlung der Entfernung zwischen Rad und Karosserie für mindestens drei Räder des Kraftfahrzeugs.
4. Sicherheitssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Verarbeitungseinheit (42 bis 58) die Sensorsignale, mit oder ohne vorherige Verknüpfung miteinander, zur Bereitstellung mindestens eines potentiellen Auslösesignals verarbeitbar sind, wobei das mindestens eine potentielle Auslösesignal gegen ein zugehöriges Schwellensignal vergleichbar ist und, wenn ein Überschreiten des zugehörigen Schwellensignals feststellbar ist, ein Auslösesignal an die Steuervorrichtung erzeugbar ist, wobei mindestens eines der Schwellensignale im Hinblick auf mindestens ein Sensorsignal modifizierbar ist.
5. Sicherheitssystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eines der Schwellensignale im Hinblick auf mindestens ein Signal modifizierbar ist, das mit einem Sensorsignal eines der Wegsensoren (12a bis 12d) korreliert ist.
6. Sicherheitssystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das modifizierbare Schwellensignal das Schwellensignal für eine Lateralbeschleunigung und/oder einen statischen Kippwinkel und/oder eine Beschleunigung in negative Z-Richtung und/oder eine Drehgeschwindigkeit um die Z-Achse und/oder eine Winkeländerung um die Z-Achse ist.

7. Sicherheitssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das mit dem mindestens einen Wegsensor (12a bis 12d) bereitstellbare Sensorsignal einem absoluten Entfernungswert zwischen einem Rad des Kraftfahrzeugs und der Karosserie des Kraftfahrzeugs entspricht und/oder einem relativen Entfernungswert zwischen einem Rad des Kraftfahrzeugs und der Karosserie des Kraftfahrzeugs bezogen auf einen vorgegebenen Entfernungswert und/oder der ersten und/oder der zweiten Ableitung der Änderung der Entfernung nach der Zeit.
8. Sicherheitssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Wegsensor (12a bis 12d) und/oder der mindestens eine Beschleunigungssensor (14a bis 14d; 16a bis 16c) Bestandteile einer anderen Vorrichtung des Kraftfahrzeugs, insbesondere einer Fahrwerksregelung und/oder eines Fahrstabilitätssystems, ist/sind.
9. Verfahren zum Betreiben eines Sicherheitssystems in einem Kraftfahrzeug, folgende Schritte umfassend:
  - a) Erzeugen (30) einer Vielzahl von Sensorsignalen, wobei mindestens eines der Sensorsignale von einem Beschleunigungssensor (14a bis 14d; 16a bis 16d) erzeugt wird;
  - b) Verarbeiten (32, 34, 36) der Vielzahl von Sensorsignalen in einer Verarbeitungsvorrichtung (42 bis 58) und Erzeugen (40) eines Auslösesignals an eine Steuervorrichtung, wenn sich aufgrund der Sensorsignale ergibt, daß sich das Kraftfahrzeug in einer Situation befindet, in der zumindest die Gefahr eines Überrollvorgangs besteht;
  - c) Ansteuern mindestens einer Sicherheitsvorrichtung durch die Steuervorrichtung nach Empfang des Auslösesignals von der Verarbeitungsvorrichtung (42 bis 58);dadurch gekennzeichnet,

daß mindestens eines der Vielzahl von Sensorsignalen von einem Wegsensor (12a bis 12d) erzeugt wird, wobei das mit dem Wegsensor bereitgestellte Sensorsignal mit der Entfernung zwischen einem Rad des Kraftfahrzeugs und der Karosserie des Kraftfahrzeugs korreliert ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zumindest eines der Signale eines Wegsensors und eines weiteren Sensors derart verarbeitet wird, insbesondere durch ein- oder zweifache Differentiation und/oder durch ein- oder zweifache Integration, dass sie sich in ihrem Informationsgehalt entsprechen.
11. Verfahren nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß jeweils zwei sich in ihrem Informationsgehalt entsprechende Signale in vorbestimmten zeitlichen Abständen miteinander verglichen werden.
12. Verfahren nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Verarbeitungsvorrichtung aus den sich entsprechenden Sensorsignalen, mit oder ohne vorherige Verknüpfung mit weiteren Sensorsignalen, zur Bereitstellung mindestens zweier potentieller Auslösesignale verarbeitet, wobei die mindestens zwei potentiellen Auslösesignale gegen zugehörige Schwellensignale verglichen werden und ein Auslösesignal an die Steuervorrichtung nur dann erzeugt wird, wenn die mindestens zwei potentiellen Auslösesignale über den zugehörigen Schwellensignalen liegen.

FIG. 1

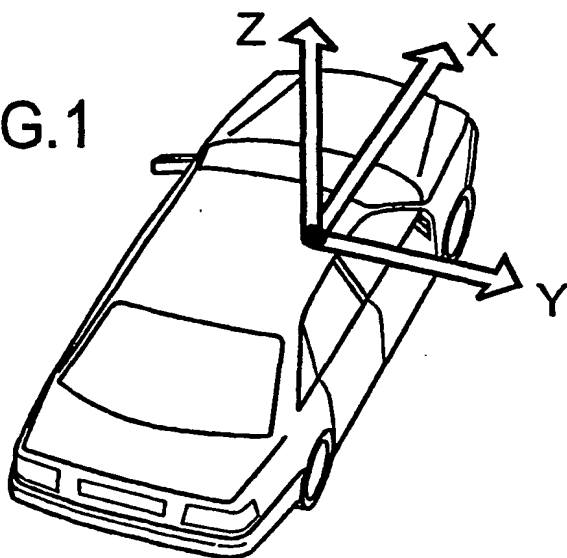


FIG. 3

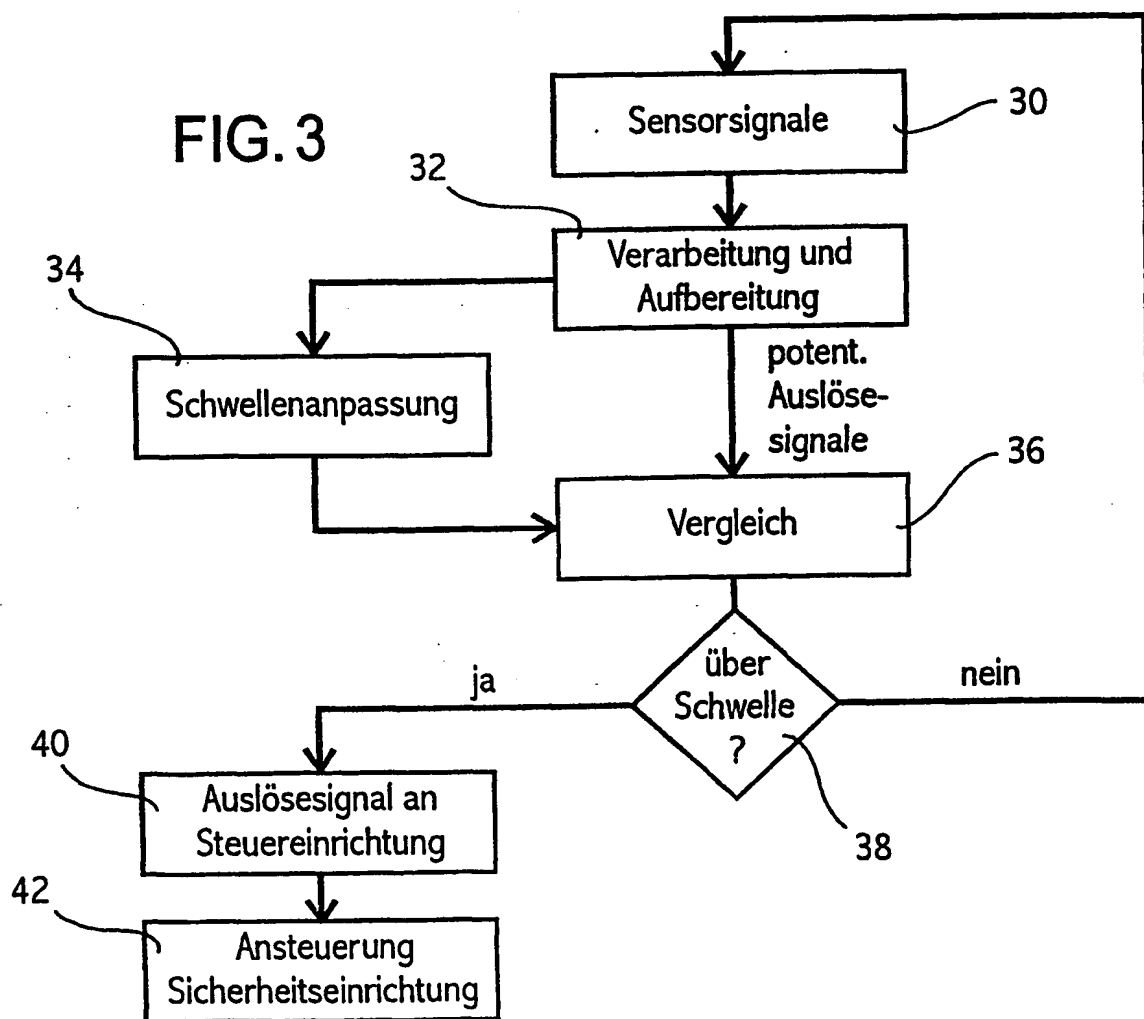


FIG.2

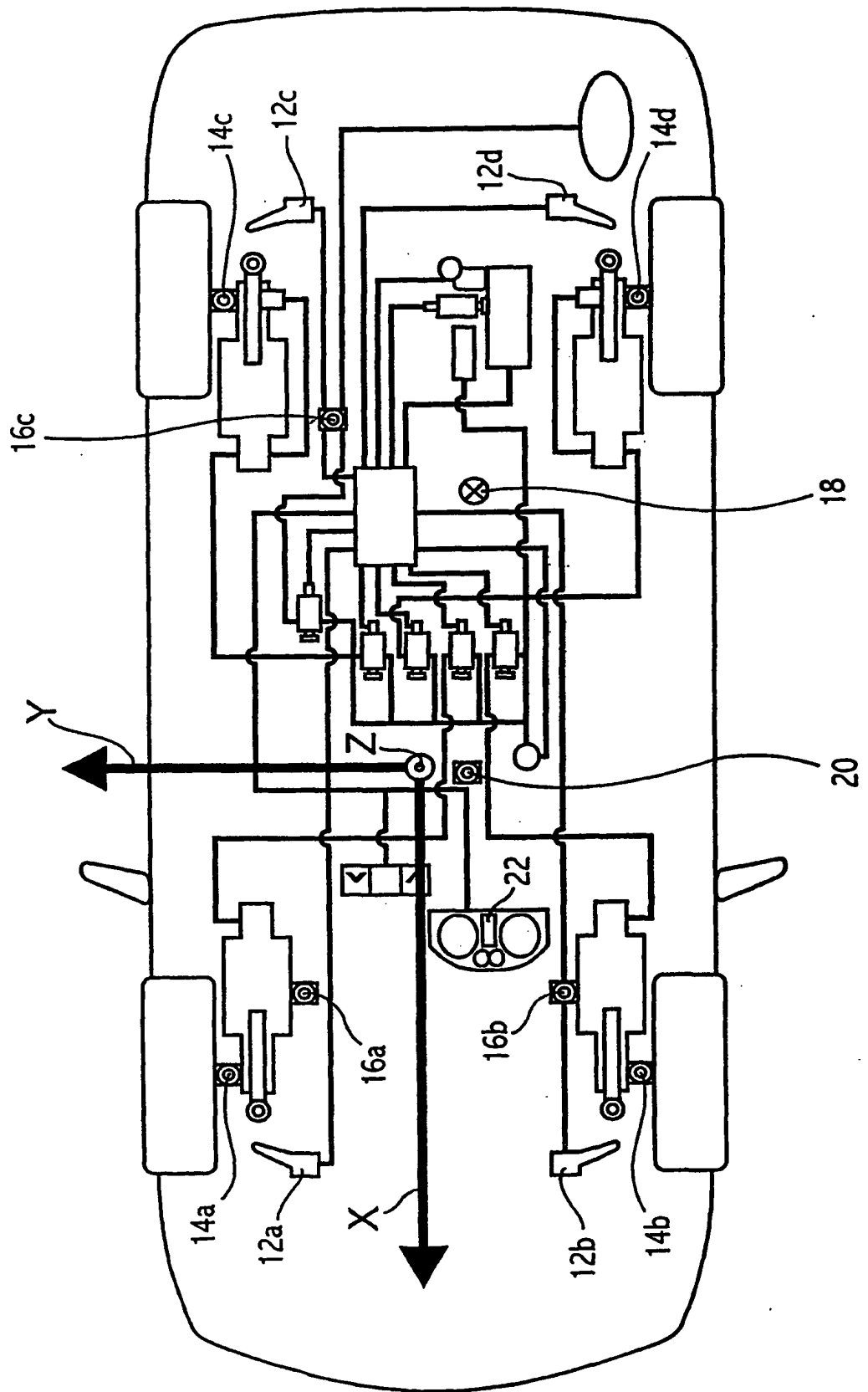


FIG.4

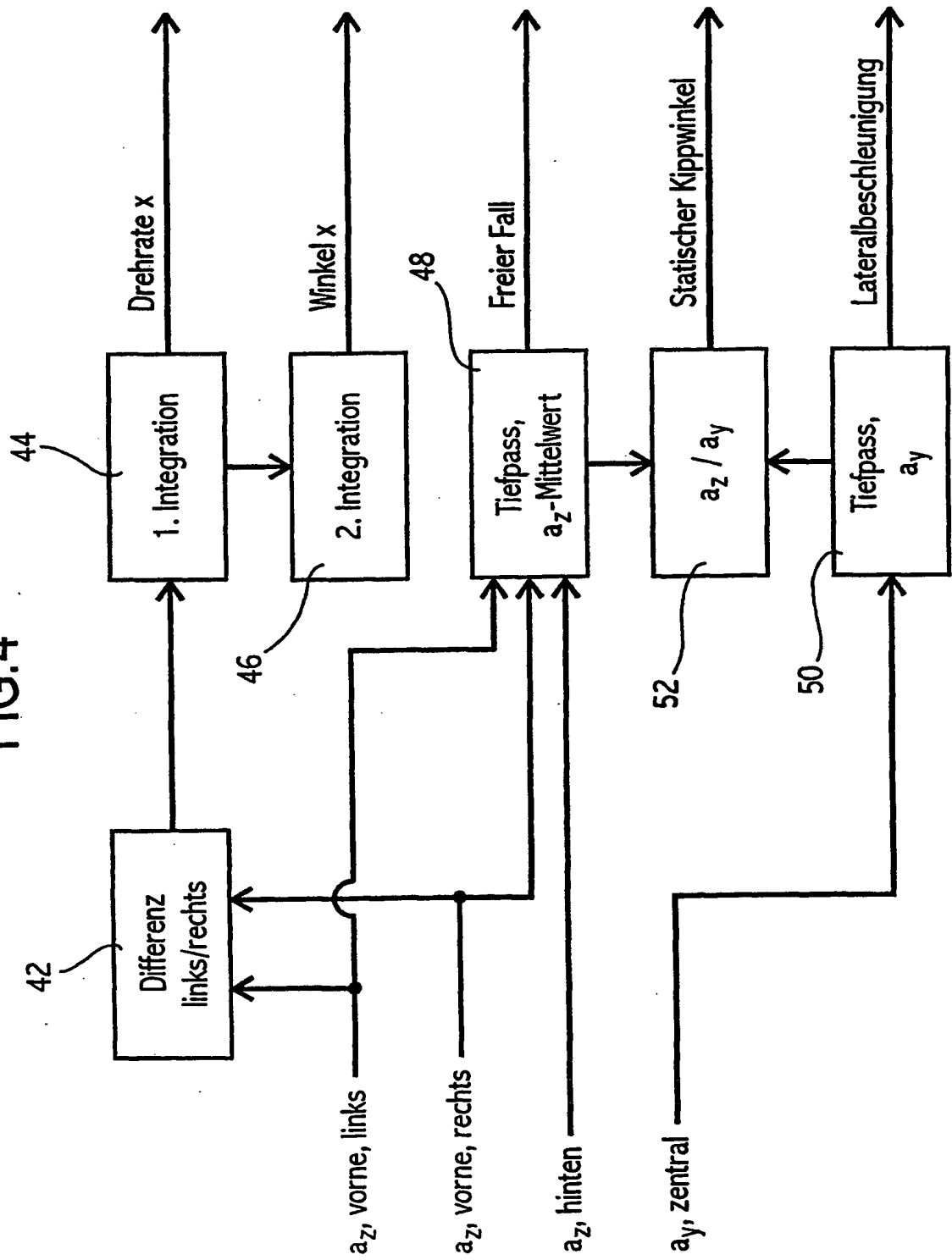


FIG. 5

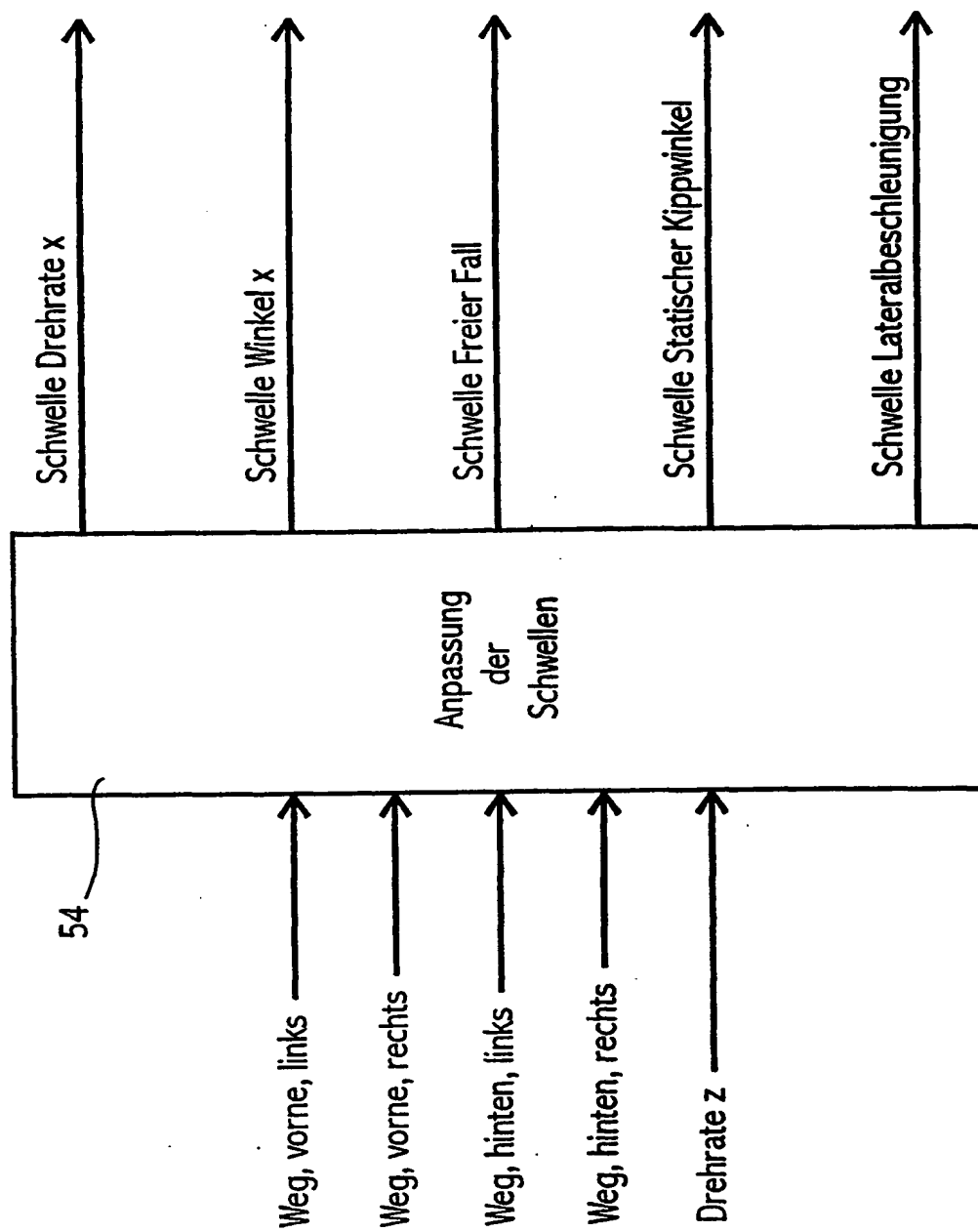
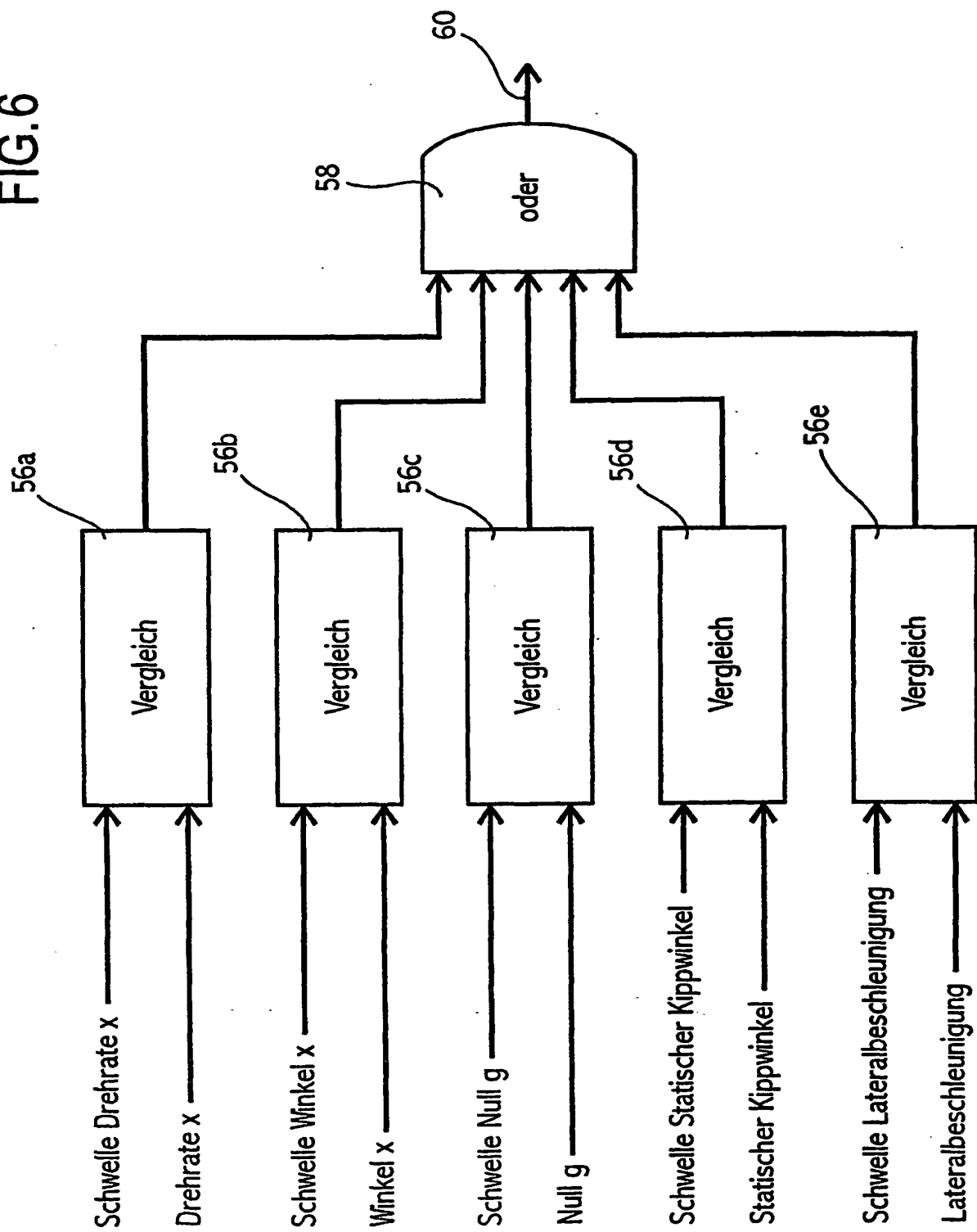


FIG. 6



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Application No  
 PCT 01/10150

 A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 B60R21/01

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60R B60G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 038 495 A (SCHIFFMANN JAN KONRIED) 14 March 2000 (2000-03-14)	1, 4-6, 9-12
Y	column 1, line 65 - column 2, line 23 column 13, line 21 - line 38; figures 1-3	2, 3, 7, 8
Y	EP 0 878 333 A (CONCEPTION & DEV MICHELIN SA) 18 November 1998 (1998-11-18)	2, 3, 7, 8
A	column 5, line 42 - line 44  column 12, line 27 - line 40; figure 1 abstract  --- -/--	1, 4-6, 9-12

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 November 2001

Date of mailing of the international search report

07/12/2001

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wauters, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inventor's Application No  
PCT/01/10150

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 2 292 126 A (ROVER GROUP) 14 February 1996 (1996-02-14) page 1, paragraph 2 page 2, paragraph 8 -page 3, paragraph 1 page 3, paragraph 3 - paragraph 4; figure 1 abstract	1-12
A	US 6 000 702 A (STREITER RALPH) 14 December 1999 (1999-12-14) abstract; figures 1-3	1-12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/01/10150

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6038495	A	14-03-2000	NONE	
EP 0878333	A	18-11-1998	BR 9801626 A CA 2235736 A1 EP 0878333 A1 JP 11028923 A US 6161844 A	18-05-1999 16-11-1998 18-11-1998 02-02-1999 19-12-2000
GB 2292126	A	14-02-1996	NONE	
US 6000702	A	14-12-1999	DE 19615737 A1 DE 59703144 D1 WO 9739905 A1 EP 0894053 A1 JP 11507895 T	16-10-1997 19-04-2001 30-10-1997 03-02-1999 13-07-1999

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Ir ... Aktenzeichen  
PCT/.../01/10150

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 B60R21/01

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 B60R B60G

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 038 495 A (SCHIFFMANN JAN KONRIED) 14. März 2000 (2000-03-14)	1,4-6, 9-12
Y	Spalte 1, Zeile 65 - Spalte 2, Zeile 23 Spalte 13, Zeile 21 - Zeile 38; Abbildungen 1-3	2,3,7,8
Y	EP 0 878 333 A (CONCEPTION & DEV MICHELIN SA) 18. November 1998 (1998-11-18)	2,3,7,8
A	Spalte 5, Zeile 42 - Zeile 44  Spalte 12, Zeile 27 - Zeile 40; Abbildung 1 Zusammenfassung	1,4-6, 9-12

---  
-/-



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. November 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

07/12/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Wauters, J

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GB 2 292 126 A (ROVER GROUP) 14. Februar 1996 (1996-02-14) Seite 1, Absatz 2 Seite 2, Absatz 8 -Seite 3, Absatz 1 Seite 3, Absatz 3 - Absatz 4; Abbildung 1 Zusammenfassung -----	1-12
A	US 6 000 702 A (STREITER RALPH) 14. Dezember 1999 (1999-12-14) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 -----	1-12

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung

zur selben Patentfamilie gehören

In - nationales Aktenzeichen

PCT/01/10150

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6038495	A	14-03-2000	KEINE	
EP 0878333	A	18-11-1998	BR 9801626 A	18-05-1999
			CA 2235736 A1	16-11-1998
			EP 0878333 A1	18-11-1998
			JP 11028923 A	02-02-1999
			US 6161844 A	19-12-2000
GB 2292126	A	14-02-1996	KEINE	
US 6000702	A	14-12-1999	DE 19615737 A1	16-10-1997
			DE 59703144 D1	19-04-2001
			WO 9739905 A1	30-10-1997
			EP 0894053 A1	03-02-1999
			JP 11507895 T	13-07-1999